

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

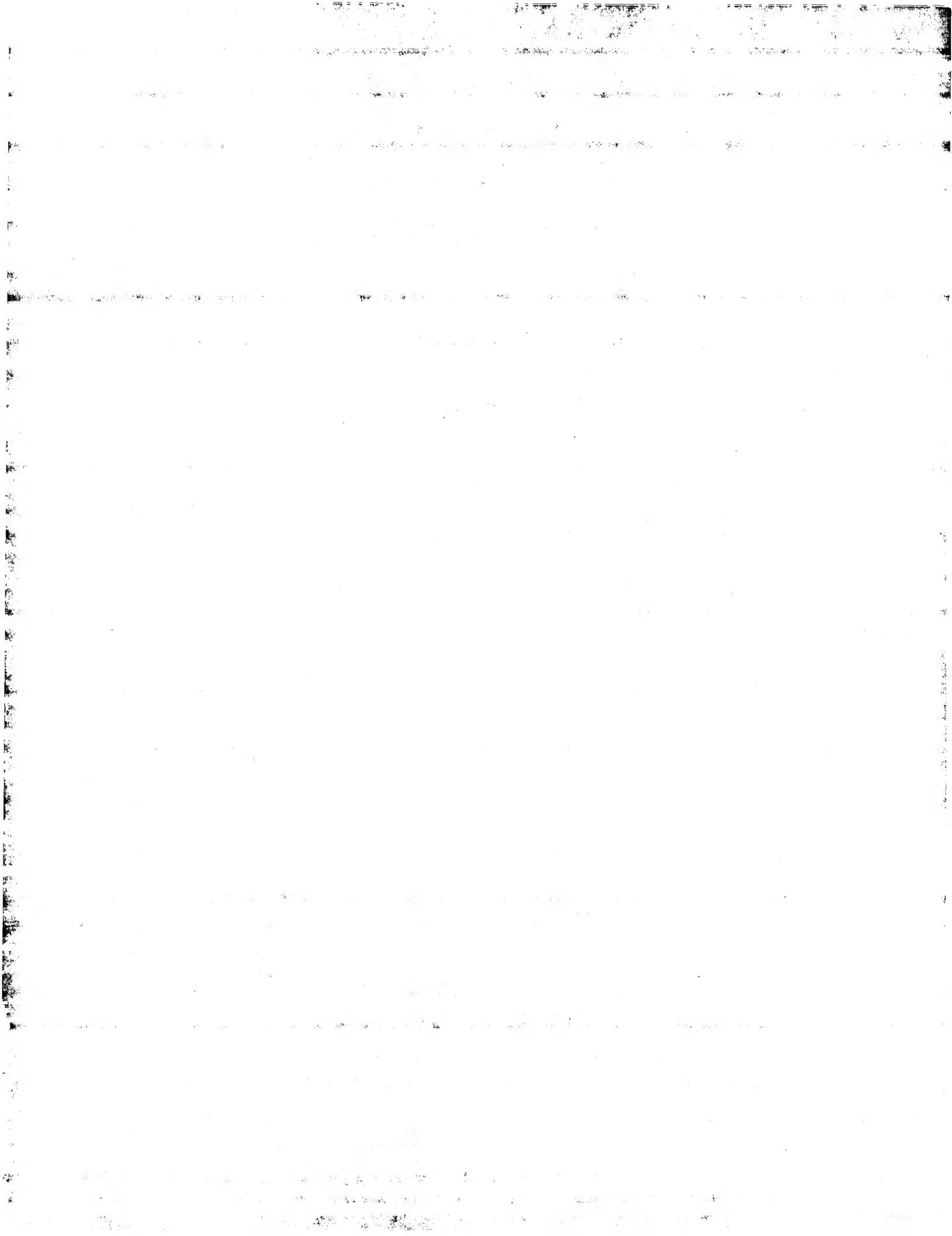
Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

(12) Offenlegungsschrift  
(10) DE 44 00 616 A 1

(51) Int. Cl. 6:  
**G 01 B 7/14**

G 01 B 7/02  
G 01 B 7/30  
G 01 D 5/12  
// (B60R 16/02, G01B  
101:00)

(21) Aktenzeichen: P 44 00 616.0  
(22) Anmeldetag: 12. 1. 94  
(43) Offenlegungstag: 13. 7. 95

DE 44 00 616 A 1

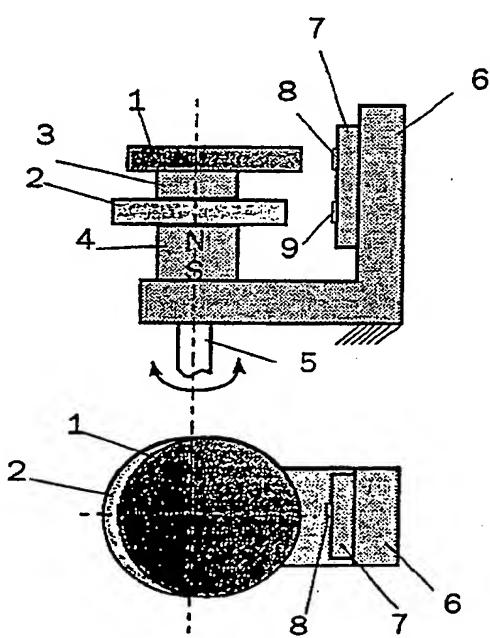
(71) Anmelder:  
VDO Adolf Schindling AG, 60326 Frankfurt, DE  
(74) Vertreter:  
Klein, T., Dipl.-Ing.(FH), Pat.-Ass., 65824 Schwalbach

(72) Erfinder:  
Kern, Wolfram, 39114 Magdeburg, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Magnetischer Positionssensor, insbesondere für Kraftfahrzeuge

(57) Die Erfindung betrifft einen magnetischen Positionssensor, bestehend aus einer zweiteiligen, in einem Magnetfeld liegenden Geberanordnung, durch welche die Positionsänderung eines Objektes in eine Abstandsänderung zu einem weichmagnetischen Flußleitkörper umwandelbar ist, auf welchem ein Magnetfeldsensor angeordnet ist, der die durch die Abstandsänderung hervorgerufene Änderung des magnetischen Flusses in ein elektrisches Signal umwandelt. Um einen kostengünstigen, präzisen und für den Einsatz in einem Automobil geeigneten robusten Sensor zur Messung von Positionsänderungen zu schaffen, der als Absolutwertgeber arbeitet und in einem großen Betriebstemperaturbereich einsetzbar ist, ist jedem Teil (1, 2) der zweiteiligen Geberanordnung zur Detektion der Abstandsänderung ein am Flußleitkörper (6) befestigter Magnetfeldsensor (7, 8) gegenüberliegend angeordnet und der Flußleitkörper (6) mit einem Permanentmagneten (4) verbunden, welcher mit der Geberanordnung (1, 2), den Magnetfeldsensoren (8, 9) und dem Flußleitkörper (6) einen geschlossenen Magnetkreis bildet.



DE 44 00 616 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 05. 95 508 028/184

8/30

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen magnetischen Positions-sensor, bestehend aus einer zweiteiligen, in einem Magnetfeld liegenden Geberanordnung, durch welche die Positionsänderung eines Objektes in eine Abstandsänderung zu einem weichmagnetischen Flußleitkörper umwandelbar ist, auf welchem ein Magnetfeldsensor angeordnet ist, der die durch die Abstandsänderung hervorgerufene Änderung des magnetischen Flusses in ein elektrisches Signal umwandelt.

Die geometrischen Größen Position und Winkel lassen sich mit Hilfe von physikalischen Größen, wie Kapazität, Lichtintensität oder magnetischer Feldstärke bzw. magnetischer Flußdichte in ein elektrisches Ausgangssignal zur Weiterverarbeitung umsetzen.

Es ist eine Meßvorrichtung bekannt, bei welcher auf einer Welle eines Rotationskörpers ein aus zwei Scheiben bestehender einstücker Geberkörper angeordnet ist. Die Scheiben weisen einen unterschiedlichen Durchmesser auf, wobei eine Scheibe konzentrisch und die andere Scheibe exzentrisch auf der Welle angeordnet ist.

Durch die exzentrische Anordnung des Geberkörpers während der Rotation ändert sich die Größe des Meßluftpaltes zwischen Geberkörper und dem an seinem Umfang angeordneten Flußleitkörper. Hierdurch ergibt sich auch eine entsprechende Änderung des von einer Erregerspule getriebenen magnetischen Flusses.

Dieser Änderung wird der von einer Kompensationsspule erzeugte magnetische Fluß durch einen elektronischen Regler derart angepaßt, daß das Magnetfeld in dem Luftspalt, in welchem ein Magnetfeldsensor angeordnet ist, zu Null kompensiert wird.

Der durch den Regler eingestellte Strom der Kompensationsspule ist somit ein Maß für die jeweilige Drehstellung des Geberkörpers.

Die beschriebene Lösung ist in ihrer Ausführung sehr montage- und justieraufwendig und somit sehr teuer, so daß sie für einen breiten Einsatz unter extremen Bedingungen (Staub, Öl, Wasser, Chemikalien, wie sie z. B. in Kraftfahrzeugen auftreten) nicht nutzbar sind. Eine Temperaturkompensation ist nur in sehr engen Grenzen realisierbar.

Ein Einsatz von robusten Meßelementen wie z. B. Feldplatten oder Hallsensoren war bisher unter den beschriebenen Bedingungen nicht möglich, da bei der Umsetzung der magnetischen Größen Induktion oder Feldstärke in ein elektrisches Signal eine nicht zu vernachlässigende Temperaturabhängigkeit auftritt.

Der Erfund liegt somit die Aufgabe zugrunde, einen kostengünstigen, präzisen und für den Einsatz in einem Automobil geeigneten robusten Sensor zur Messung von Positionsänderungen zu schaffen, der als Absolutwertgeber arbeitet und in einem großen Betriebstemperaturbereich einsetzbar ist. Ein lineares elektrisches Abbildsignal der Positionsänderung soll mit einer kostengünstigen Signalverarbeitung realisierbar sein.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß jedem Teil der zweiteiligen Geberanordnung zur Detektion der Abstandsänderung ein am Flußleitkörper befestigter Magnetfeldsensor gegenüberliegend angeordnet ist und der Flußleitkörper mit einem Permanentmagneten verbunden ist, der mit der Geberanordnung, den Magnetfeldsensoren und dem Flußleitkörper einen geschlossenen Magnetkreis bildet.

Der Vorteil der Erfund besteht darin, daß aus zwei von der Positionsänderung abhängigen magnetischen

Flüssen, die von zwei separaten Magnetfeldsensoren gemessen werden, ein Differenzsignal bzw. ein Quotient aus Differenz und Summe der beiden magnetischen Flüsse über eine an sich bekannte Auswerteelektronik gebildet werden.

Die erfundungsgemäße Lösung ist somit in einem weiten Betriebstemperaturbereich einsetzbar.

Durch eine Differenzbildung der elektrischen Abbildgrößen kann man Störgrößen, die die Flußdichten durch die beiden Magnetfeldsensoren gleichartig ändern, unterdrücken.

Vorteilhafterweise sind beide Magnetfeldsensoren auf einem Chip angeordnet. Dadurch ist eine gute Paarigkeit bezüglich der Sensorkennlinie und der Temperaturabhängigkeit realisierbar. Die Anordnung bietet außerdem die Möglichkeit, Geber und Auswerteschaltung in einer Ebene anzuordnen.

Zur Messung eines Drehwinkels besteht die Geberanordnung aus zwei mit einer Welle eines Rotationskörpers verbundenen Geberscheiben, wobei dem Umfang jeder Geberscheibe gegenüberliegend je ein Magnetfeldsensor angeordnet ist und die Magnetfeldsensoren an einem Schenkel des als Winkel ausgebildeten Flußleitkörpers befestigt sind und der andere Schenkel des

Flußleitkörpers die Welle des Rotationskörpers umschließt und über den Permanentmagneten einen geschlossenen Magnetkreis mit den Geberscheiben bildet.

In einer Weiterbildung wird die Abstandsänderung zwischen den beiden Geberscheiben und dem Flußleitkörper entweder über die exzentrische Anordnung mindestens einer Geberscheibe auf der Welle des Rotationskörpers oder über die Kontur der Geberscheiben realisiert, so daß sich für einen beliebigen Drehwinkel innerhalb des Meßbereiches eine eindeutige Differenz zwischen den magnetischen Flüssen bzw. den magnetischen Flußdichten einstellt. Der funktionale Zusammenhang zwischen dem Drehwinkel und dem elektrischen Ausgangssignal ist somit in weiten Bereichen frei wählbar.

Unterschiedliche Feldverläufe, die auf Grund der unterschiedlichen Abstände der Geberscheiben zum Flußleitkörper auftreten, können durch verschiedene Querschnittsgeometrien der Geberscheiben kompensiert werden, so daß ein gleichartiger Feldverlauf auftritt.

Eine weitere Verbesserung des Temperaturverhaltens der Anordnung läßt sich dadurch erreichen, daß die Geberscheiben mit einem dazwischen angeordneten Abstandshalter eine kompakte Einheit bilden.

Soll das System selbst auf Funktionsfähigkeit überprüft werden, ist der Flußleitkörper U-förmig ausgebildet, an seinen Seitenschenkeln sind jeweils zwei Magnetfeldsensoren zum Umfang der Geberscheiben gegenüberliegend angeordnet und die Drehachse der Welle durchsetzt den Flußleitkörper zentrisch.

Weitere Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Die Erfund läßt zahlreiche Ausführungsformen zu. Zwei davon sollen anhand der in der Zeichnung dargestellten Figuren näher erläutert werden. Es zeigen:

Fig. 1 erfundungsgemäßer Drehwinkelsensor  
Fig. 2 Drehwinkelsensor mit kompakter Gebereinheit

Fig. 3 magnetischer Fluß innerhalb des Drehwinkel-sensors

Fig. 4 Konturen der Geberscheiben

Fig. 5 redundantes System

Fig. 6 erfundungsgemäßer linearer Wegsensor

Gemäß Fig. 1 ist ein Drehwinkelsensor dargestellt, der

aus zwei Geberscheiben 1 und 2 besteht, welche auf der mit dem nicht weiter dargestellten Rotationskörper verbundenen Welle 5 angeordnet sind. Die erste Geberscheibe 1 ist dabei exzentrisch auf der Welle 5 angeordnet, während die zweite Geberscheibe 2 zentrisch befestigt ist. Beide Geberscheiben 1 und 2 weisen den gleichen Durchmesser auf.

Die Geberscheiben 1 und 2 werden durch einen weichmagnetischen Abstandshalter 3 auf konstante Distanz gehalten. Gegenüber dem Umfang einer jeden Geberscheibe 1, 2 ist je ein Magnetfeldsensor 8, 9, entweder Hallgeneratoren oder Feldplatten, angeordnet, welche auf einem gemeinsamen Chip 7 angebracht sind. Das Chip 7 wiederum ist an einem L-förmigen, weichmagnetischen Flußleitkörper 6 befestigt. Dieser Flußleitkörper 6 ist ortsfest montiert und trägt einen Permanentmagneten 4, welcher ein konstantes Magnetfeld für das Sensorsystem bereitstellt. Der Permanentmagnet 4 kann aber auch drehbar mit der Welle 5 verbunden sein.

Die genannten Elemente bilden einen geschlossenen Magnetkreis.

Die Geberscheiben 1 und 2, der Abstandshalter 3 und der Flußleitkörper 6 besitzen kleine magnetische Widerstände und dienen in diesem Magnetkreis als Flußkonzentratoren.

In der Draufsicht der Fig. 1 ist noch einmal die zentrische bzw. exzentrische Lagerung der Geberscheiben 1 und 2 auf der Welle 5 verdeutlicht.

In Fig. 2 sind die Geberscheiben 1 und 2 und der Abstandshalter 3 als ein kompaktes Element hergestellt. Es besteht aus einem spritzteile aus einem temperaturstabilen mit ferromagnetischen Partikeln gefüllten Kunststoff, wodurch das Temperaturverhalten der Anordnung weiter verbessert wird.

Die Funktionsweise der Anordnung soll nun anhand Fig. 3 näher erläutert werden.

Durch den Dauermagneten 4 wird ein konstantes Magnetfeld gebildet, welches alle Elemente des Drehwinkelsensors durchsetzt.

Aufgrund der unterschiedlichen Anordnung der Geberscheiben 10 auf der Welle 5 des Rotationskörpers ändert sich für die exzentrisch angeordnete Geberscheibe 1 der Abstand zum gegenüberliegenden Magnetfeldsensor 8 in Abhängigkeit vom Drehwinkel. Die so hervorgerufene Magnetfelddeformation führt zu einer Änderung des magnetischen Flusses  $\Phi_1$ , der vom Magnetfeldsensor 8 detektiert wird. Da der magnetische Fluß  $\Phi_2$ , der vom Magnetfeldsensor 9 sensiert wird, aufgrund des definierten Durchmessers und der zentrischen Anordnung der Geberscheibe 2 auf der Welle 5 konstant bleibt, ist für jeden beliebigen Drehwinkel eine eindeutige Differenz zwischen den Flüssen  $\Phi_1$  und  $\Phi_2$  herstellbar.

Die magnetischen Flüsse  $\Phi_1$  und  $\Phi_2$  werden von den Magnetfeldsensoren 8 und 9 in elektrische Signale umgewandelt. Da beide Magnetfeldsensoren 8 und 9 auf einem Chip 7 angeordnet sind, können durch eine Differenzbildung der elektrischen Abbildgrößen der magnetischen Flußdichten  $B_1$  und  $B_2$  Störgrößen, die die Flußdichten  $B_1$  und  $B_2$  gleichartig ändern, unterdrückt werden. Zu diesen Störgrößen gehören die Temperaturänderung, die den gesamten Magnetkreis beeinflussen, Axial- und Radialspiel der mechanischen Lagerung der Welle 5 und magnetische Störfelder, die bei miniaturisierte Ausführung der Anordnung weitestgehend als Gleichtaktaussteuerung wirken.

Die Abstandsänderung zu den Magnetfeldsensoren kann auch über die Kontur der Geberscheiben derselben realisiert werden.

In Fig. 4a ist in Draufsicht noch einmal die bisher diskutierte Anordnung der Geberscheiben dargestellt, wobei das verstärkte Kreuz in allen Darstellungen die Drehachse symbolisieren soll.

Gemäß Fig. 4b haben beide Scheiben denselben Durchmesser, sind aber beide exzentrisch auf der Welle 5 angeordnet. Mit beiden Anordnungen wird ein monotonen elektrisches Ausgangssignal über einen Winkelbereich von 180 Grad erzeugt.

Die Fig. 4c und 4d zeigen Geberscheibenanordnungen, welche beide zentrisch zur Drehachse gelagert sind. Während Fig. 4c Geberscheiben mit gegenläufigen zunehmenden bzw. abnehmenden Radien zeigen, ist in Fig. 4d nur eine Geberscheibe mit abnehmendem Radius dargestellt. Bei dieser Anordnung verläuft das elektrische Ausgangssignal in einem Winkelbereich von nahezu 360 Grad monoton.

Weitere Formen sind natürlich entsprechend der geforderten Systemkennlinie (Bereichsspreizung, Schaltpunkte) denkbar.

Auf der Basis der in den Fig. 1 und 2 dargestellten Grundanordnungen lassen sich auch Redundanzen entsprechend Fig. 5 implementieren.

Zu diesem Zweck ist der Flußleitkörper 6 U-förmig ausgebildet. An seinen Seitenschenkeln sind jeweils auf einem Chip 7, 12 zwei Magnetfeldsensoren 7, 8; 13, 14 zum Umfang der Geberscheiben 1, 2 gegenüberliegend angeordnet. Die Welle 5 durchsetzt dabei den Flußleitkörper 6 zentrisch. Mit dieser Anordnung ist es möglich, das System auf Funktionsfähigkeit zu prüfen. Der von den Magnetfeldsensoren 8, 9 detektierte magnetische Gesamtfluß  $\Phi_{g1}$  ist dabei wertmäßig genauso groß, wie der gegensinnige, von den Magnetfeldsensoren 13, 14 sensierte magnetische Gesamtfluß  $\Phi_{g2}$ .

Ein linearer Wegsensor ist in Fig. 6 dargestellt.

Die Geberanordnung besteht dabei aus zwei, eine gegenläufige Keilform aufweisenden Teilen 15 und 16, zu welchen jeweils senkrecht je ein Magnetfeldsensor 8 und 9 angeordnet ist. Die Geberteile 15 und 16 sowie die Magnetfeldsensoren 8 und 9 sind gegenüberliegend auf den Schenkeln des U-förmigen Flußleitkörpers 17 angebracht. Dabei sind beide Magnetfeldsensoren 8 und 9 auf einem gemeinsamen Chip 7 integriert.

Zwischen den Geberteilen 15 und 16 und dem sie tragenden Schenkel des Flußleitkörpers 17 befindet sich der Permanentmagnet 18, dessen N-S-Richtung senkrecht zur Bewegungsrichtung 19 des Sensors verläuft.

Die Geberteile 15 und 16 sowie der Permanentmagnet 18 sind dabei auf einer nicht dargestellten gemeinsamen Führungsschiene angeordnet, so daß bei einer Wegänderung in Bewegungsrichtung 19 alle gleichzeitig beweglich sind.

Aufgrund der Keilform der Geberteile 15, 16 wird die Wegänderung eines Objektes in eine Abstandsänderung und somit eine Änderung des magnetischen Flusses erzeugt, welche zu Meßzwecken in ein elektrisches Signal umgewandelt wird. Ein solcher Geber eignet sich zum Beispiel zur berührungslosen Füllstandsmessung.

#### Patentansprüche

1. Magnetischer Positionssensor, bestehend aus einer zweiteiligen, in einem Magnetfeld liegenden Geberanordnung, durch welche die Positionsänderung eines Objektes in eine Abstandsänderung zu einem weichmagnetischen Flußleitkörper umwandelbar ist, auf welchem ein Magnetfeldsensor ange-

ordnet ist, der die durch die Abstandsänderung hervorgerufene Änderung des magnetischen Flusses in ein elektrisches Signal umwandelt, dadurch gekennzeichnet, daß jedem Teil (1, 2; 15, 16) der zweiteiligen Geberanordnung zur Detektion der Abstandsänderung ein am Flußleitkörper (6; 17) befestigter Magnetfeldsensor (7, 8; 13, 14) gegenüberliegend angeordnet ist und der Flußleitkörper (6; 17) mit einem Permanentmagneten (4; 18) verbunden ist, der mit der Geberanordnung (1, 2; 15, 16), den Magnetfeldsensoren (8, 9; 13, 14) und dem Flußleitkörper (6; 17) einen geschlossenen Magnetkreis bildet.

2. Magnetischer Positionssensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß beide Magnetfeldsensoren (8, 9; 13, 14) auf einem Chip (7) angeordnet sind.

3. Magnetischer Positionssensor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Geberanordnungen aus zwei mit einer Welle (5) eines Rotationskörpers verbundenen Geberscheibe (1, 2) besteht, wobei dem Umfang jeder Geberscheibe (1, 2) gegenüberliegend je ein Magnetfeldsensor (8, 9) angeordnet ist und die Magnetfeldsensoren (8, 9) an einem Schenkel des als Winkel ausgebildeten Flußleitkörpers (6) befestigt sind und der andere Schenkel des Flußleitkörpers (6) die Welle (5) des Rotationskörpers umschließt und über den Permanentmagneten (4) einen geschlossenen Magnetkreis mit den Geberscheiben (1, 2) bildet.

4. Magnetischer Positionssensor nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine Geberscheibe (1, 2) exzentrisch auf der Welle (5) angeordnet ist.

5. Magnetischer Positionssensor nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Zusammenhang zwischen Drehwinkel und elektrischem Ausgangssignal über die Kontur der Geberscheibe (1, 2) realisierbar ist.

6. Magnetischer Positionssensor nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Geberscheibe (1, 2) unterschiedliche Querschnittsgeometrien aufweist.

7. Magnetischer Positionssensor nach einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Geberscheiben (1, 2) durch einen weichmagnetischen Abstandshalter (3) auf Distanz gehalten sind.

8. Magnetischer Positionssensor nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Geberscheiben (1, 2) und der Abstandshalter (3) eine kompakte Einheit (10) bilden, die auf der Welle (5) des Rotationskörpers angeordnet ist.

9. Magnetischer Positionssensor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Geberanordnung aus zwei gegenläufigen, keilförmigen Teilen (15, 16) besteht, welche mit dem Permanentmagneten (18) gleichzeitig bewegbar auf einem U-förmigen Flußleitkörper (17) angeordnet sind.

10. Magnetischer Positionssensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Magnetfeldsensoren (8, 9) Hallgeneratoren sind.

11. Magnetischer Positionssensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Magnetfeldsensoren (8, 9) Feldplatten sind.

12. Magnetischer Positionssensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 9, dadurch ge-

kennzeichnet, daß die Magnetfeldsensoren (8, 9) magnetoresistive Elemente mit Barberpol-Struktur sind.

13. Magnetischer Positionssensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche 3 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Permanentmagnet (4) ortsfest am Flußleitkörper (6) oder drehbar mit der Welle (5) verbunden ist.

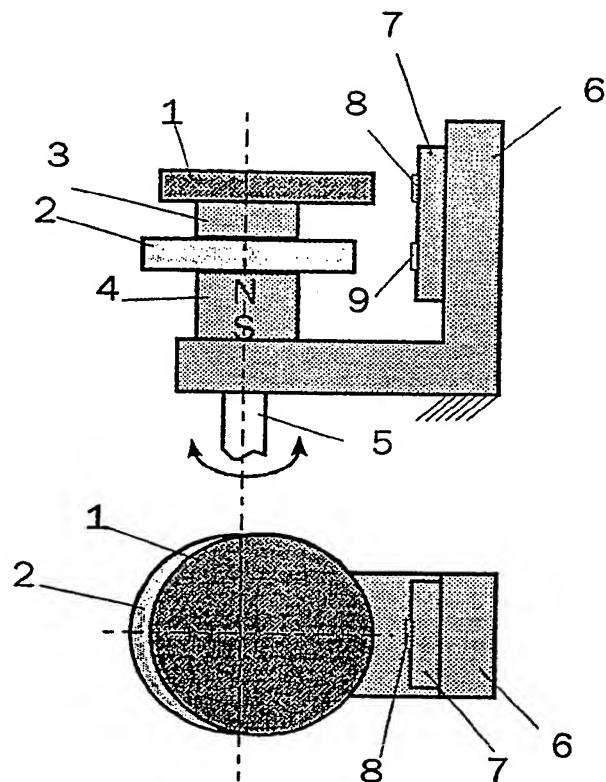
14. Magnetischer Positionssensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche 3 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Flußleitkörper (6) U-förmig ausgebildet ist, an dessen Seitenschenkeln jeweils zwei Magnetfeldsensoren (8, 9; 13, 14) zum Umfang der Geberscheiben (1, 2) gegenüberliegend angeordnet sind und die Drehachse der Welle (5) den Flußleitkörper (6) zentrisch durchsetzt.

---

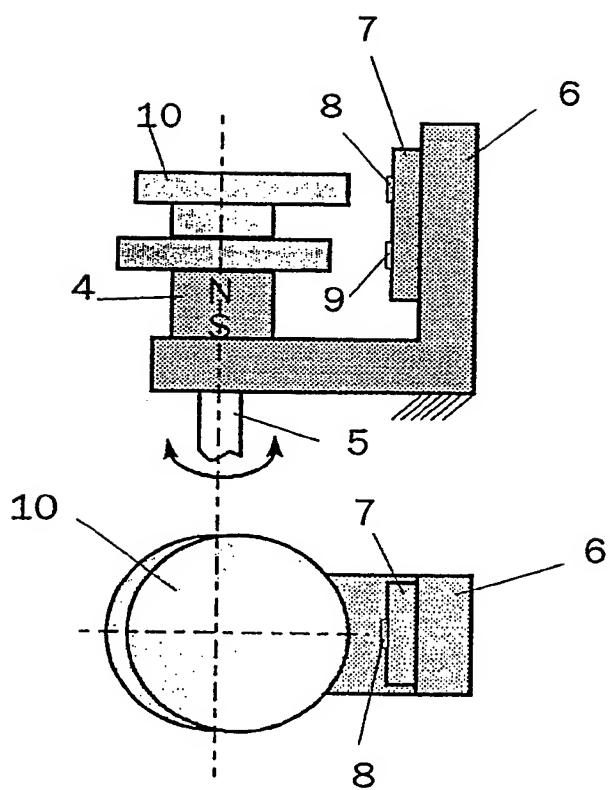
Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

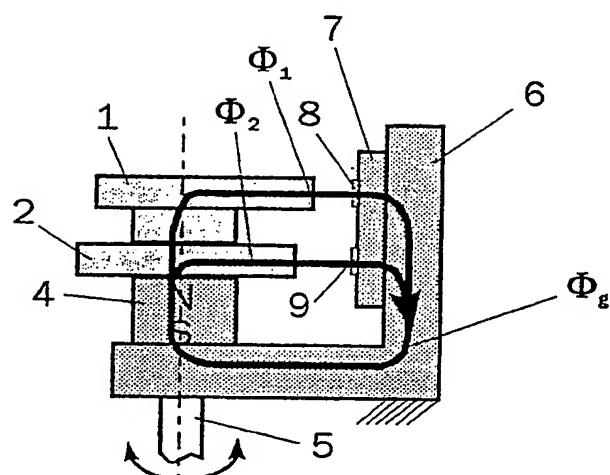
**- Leerseite -**



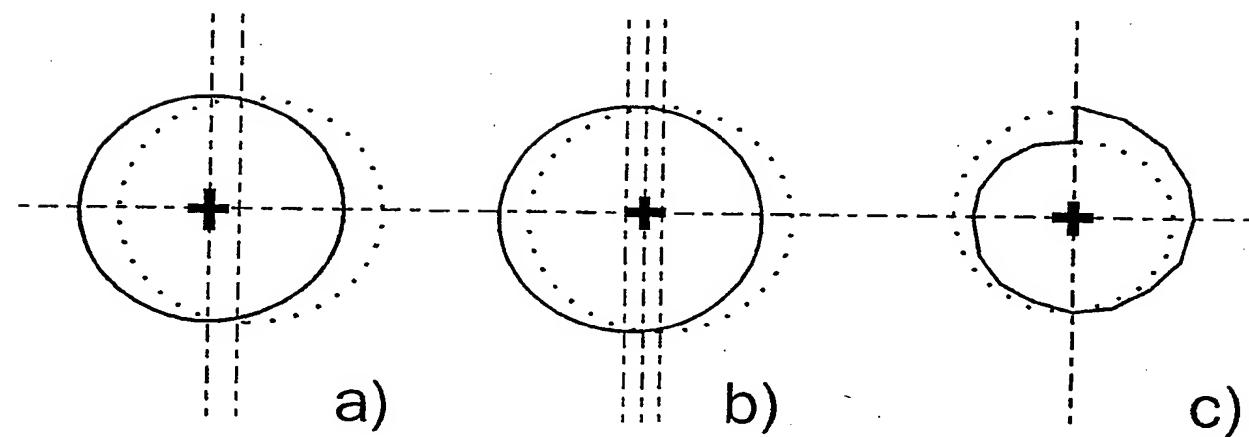
Figur 1



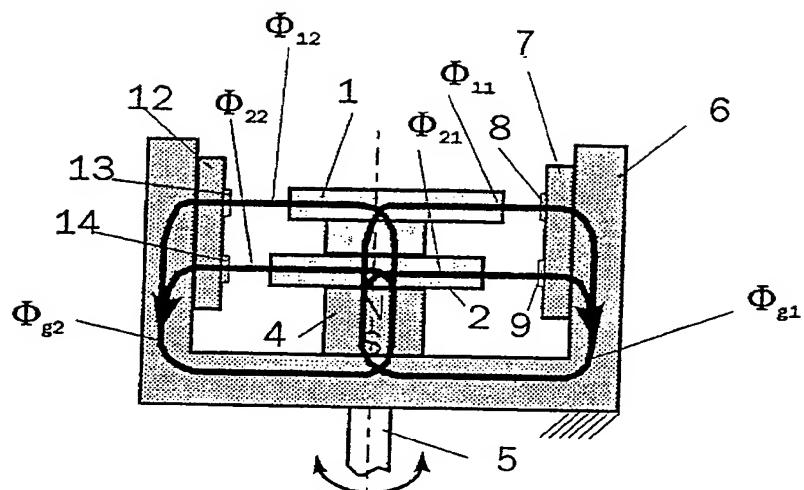
Figur 2



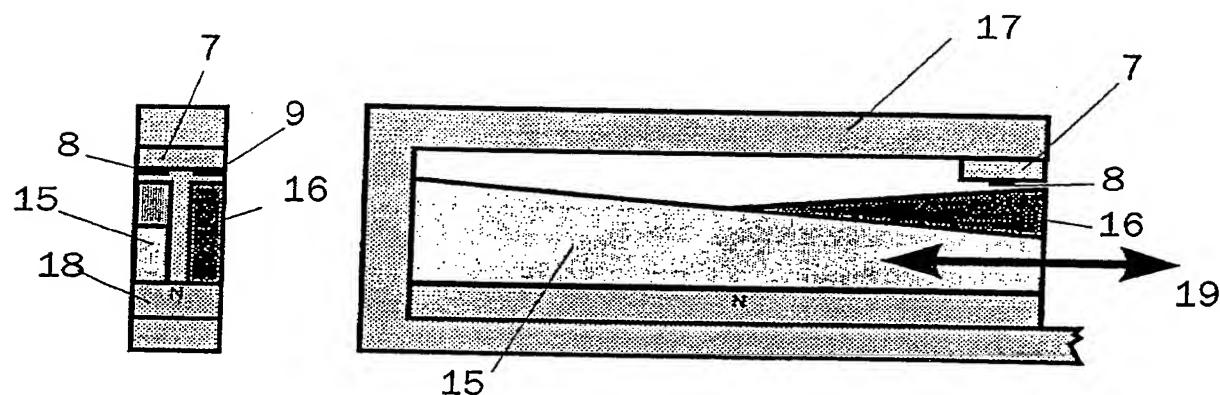
Figur 3



Figur 4



Figur 5



Figur 6